

NL 000656

U5



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

Jc879 U.S. PTO  
09/990208  
11/21/01

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

00204189.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN  
THE HAGUE, 23/05/01  
LA HAYE, LE

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung**  
**Sheet 2 of the certificate**  
**Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.:  
Demande n°: 00204189.5

Anmeldetag:  
Date of filing:  
Date de dépôt: 24/11/00

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
5621 BA Eindhoven  
NETHERLANDS

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention:  
Titre de l'invention:  
NO TITLE

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:

/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE/TR  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Invasief device met een gesegmenteerde elektrische aansluitgeleider

EPO - DG 1

24. 11. 2000

(38)

De uitvinding betreft een invasief device om in te brengen in een met een MRI-toestel af te beelden object, voorzien van een distaal uiteinde en een daarmee verbonden deviceleiding en voorzien van een ter plaatse van het distale uiteinde aangebracht circuit en verder voorzien van een met het circuit verbonden en door de deviceleiding verlopende elektrische aansluitgeleider.

Een zodanig device is bekend uit het US-octrooischrift No. 5,916,162. Het met het in het genoemde octrooischrift beschreven MRI-toestel af te beelden object wordt, zoals gebruikelijk bij medische MRI-apparatuur, gevormd door een patiënt die onderworpen wordt aan afbeelding van een deel van zijn lichaam. Bij veel medische onderzoeken of behandelingen is het gewenst een device in het lichaam van de patiënt in te brengen, zoals een katheter, een laparoscoop of een biopsienaald. Daarbij kan het device naar een inwendig orgaan geleid worden via een bestaande lichaamsopening of een speciaal daarvoor gemaakte opening in b.v. een ader. Het device heeft dan een langgerekte vorm waarbij tijdens het onderzoek een distaal uiteinde één geheel vormt met een veelal holle deviceleiding waarmee het distale uiteinde wordt voortgeschoven door de lichaamsopening. In of aan het distale uiteinde kan zich een (elektrisch) circuit bevinden voor behandeling of waarneming in het inwendige van de patiënt. Na het inbrengen van het distale uiteinde kan de behandelende arts de plaats van dat uiteinde niet meer direct waarnemen, hoewel het in zulke gevallen van groot belang is om te weten waar het uiteinde van het device zich in het lichaam van de patiënt bevindt.

In het genoemde US-octrooischrift No. 5,916,162 wordt een invasief device beschreven dat geschikt is om toegepast te worden bij afbeelding door een MRI-apparaat. De patiënt wordt daarbij door het MRI-apparaat afgebeeld terwijl het invasieve device zich in het lichaam bevindt. Om het device zichtbaar te maken is het voorzien van een aan het distale uiteinde aangebracht circuit in de vorm van een radio-frequentspoel die via een door de deviceleiding verlopende elektrische aansluitgeleider is aangesloten op een processing unit voor het verwerken van door de radio-frequentspoel ontvangen signalen. Uit de aard van de ontvangen magnetische resonantiesignalen kan dan de positie van de radio-frequentspoel

bepaald worden. Deze positie wordt vervolgens gesuperponeerd op een met het MRI-toestel te maken afbeelding en kan dan weergegeven worden op een monitor.

Doordat de door de deviceleiding verlopende elektrische aansluitgeleider zich in het radio-frequente veld van het MRI-toestel bevindt is deze onderhevig aan opwarming, hetgeen voor de te onderzoeken patiënt bezwaarlijk is. Om deze opwarming tegen te gaan wordt bij dit bekende invasieve device de aansluitgeleider ondergebracht in een holle drager die aan zijn buitenzijde is voorzien van een laag geleidend materiaal met een relatief hoge elektrische weerstand. Door de relatief hoge weerstand is de in die laag ontwikkelde warmte te verwaarlozen, terwijl deze laag toch nog de elektrische aansluitgeleider van het RF-veld kan afschermen.

Hoewel het bij het manoeuvreren met het invasieve device meestal niet storend is dat de deviceleiding zichtbaar is in het MRI-beeld, is het bij deze bekende wijze van afscherming echter mogelijk dat de deviceleiding ook zichtbaar is in de uiteindelijk te maken MRI-afbeelding hetgeen bij sommige toepassingen ongewenst is.

De uitvinding beoogt een invasief device van het in de aanhef vermelde soort te verschaffen waarin het distale uiteinde in een MRI-afbeelding zichtbaar is, waarin verwarming van de elektrische aansluitgeleider door het RF-veld vermeden wordt en waarin de deviceleiding geheel onzichtbaar is in de MRI-afbeelding.

Daartoe is het invasieve device volgens de uitvinding daardoor gekenmerkt dat de aansluitgeleider onderling gescheiden segmenten omvat die elk korter zijn dan een vooraf bepaalde waarde, en dat de scheiding tussen de segmenten tot stand gebracht wordt door frequentie-afhankelijke scheidingselementen die voor laagfrequente stromen een geleider vormen en voor radiofrequente wisselstroom een isolator.

Door de lengte van de segmenten van de aansluitgeleider een vooraf bepaalde waarde te geven n.l. een lengte die kleiner is dan de golflengte van het RF-veld in het MRI-toestel, kan nagenoeg geen inductie van stromen in de aansluitgeleider optreden, zodat daarin geen warmteontwikkeling plaats vindt. Bovendien zal de aansluitgeleider zelf daardoor geen storende invloed op dit veld hebben, zodat deze in de MR-afbeelding niet zichtbaar zal zijn. Door de scheiding tussen de segmenten uit te voeren met frequentie-afhankelijke scheidingselementen die voor laagfrequente stromen een geleider vormen en voor radiofrequente wisselstroom een isolator, kan het aan het distale uiteinde aangebrachte circuit via de aansluitgeleider worden voorzien van een laagfrequente stroom (b.v. een gelijkstroom) waardoor dit circuit naar wens zichtbaar of niet-zichtbaar in de MRI-afbeelding

gemaakt kan worden. Het is dan ook mogelijk om dit circuit zodanig te kiezen dat daarmee ander functies vervuld kunnen worden, zoals verlichting of een fysiologische sensorfunctie.

Indien een goede zichtbaarheid nagestreefd wordt kan voor dit circuit een spoeltje toegepast worden dat naar keuze door gelijkstroom doorlopen wordt of niet. Door  
5 deze gelijkstroom wordt het homogene magneetveld plaatselijk vervormd, hetgeen zich in de MRI-afbeelding zichtbaar maakt als een herkenbare beeldafwijking die als indicator voor het circuit gebruikt kan worden. Deze indicator kan bij het opnemen van de uiteindelijke MRI-afbeelding eenvoudig uitgeschakeld worden door de gelijkstroom uit te schakelen.

In een uitvoering van de uitvinding is de vooraf bepaalde waarde voor de  
10 lengte van de segmenten kleiner dan 120 cm. Deze lengte is gebaseerd op de gebruikelijke situatie waarin het homogene magneetveld een sterkte heeft van 1.5 Tesla; de frequentie van het RF-veld is dan 64 MHz waarbij de golflengte van dit veld ongeveer 4,6 m is. De lengte van de segmenten van 120 cm komt dan overeen met 1/4 golflengte hetgeen in de praktijk veelal voldoende zal zijn om het gewenste effect volgens de uitvinding te bereiken.

15 In een voorkeursuitvoering van de uitvinding is de vooraf bepaalde waarde voor de lengte van de segmenten kleiner dan 24 cm. In de praktijk blijkt dat deze keuze van de lengte van de segmenten onder vrijwel alle omstandigheden voldoende zal zijn om het gewenste effect volgens de uitvinding te bereiken.

In een verdere uitvoering van de uitvinding worden de scheidingselementen  
20 gevormd door zelfinducties welke geen ferromagnetisch materiaal bevatten. Door deze maatregel wordt voorkomen dat door veldconcentratie in de zelfinductie-elementen een ongewenste invloed op de homogeniteit en/of de sterkte van het door het MRI-apparaat opgewekte homogene veld wordt uitgeoefend.

In een nog verdere uitvoering van de uitvinding worden de zelfinducties  
25 gevormd doordat de aan- en afvoerende ader in de aansluitgeleider tot bifilair gewikkelde spoelen zijn gewikkeld. Met deze maatregel wordt voorkomen dat door de aan- en afvoerende ader in de aansluitgeleider een veld opgewekt wordt buiten de zelfinductie-elementen dat de homogeniteit en/of de sterkte van het door het MRI-apparaat opgewekte homogene veld nadelig zou beïnvloeden.

30 In een andere uitvoering van de uitvinding worden de segmenten gevormd door onderling getwiste aders. Ook met deze maatregel wordt voorkomen dat door de aan- en afvoerende ader in de aansluitgeleider een veld opgewekt wordt dat de homogeniteit en/of de sterkte van het door het MRI-apparaat opgewekte homogene veld nadelig zou beïnvloeden.

In een weer andere uitvoering van de uitvinding hebben de zelfinducties een waarde van maximaal 1  $\mu$ H. In de praktijk blijkt dat deze keuze van de waarde van de zelfinducties voldoende is om de gewenste scheiding tussen de segmenten te verkrijgen waarbij nog een zodanig kleine afmeting van de zelfinducties mogelijk is dat deze elementen  
5 in een deviceleiding van b.v. een katheter aangebracht kunnen worden.

De uitvinding betreft tevens een MRI-toestel ingericht voor samenwerking met het invasieve device volgens de uitvinding. Dit MRI-toestel is voorzien van een voedingseenheid voor het via de aansluitgeleider toevoeren van elektrische energie aan het circuit en van schakelmiddelen voor het naar wens onderbreken van de toevoer van  
10 elektrische energie aan het circuit. Door het al dan niet toevoeren van elektrische energie aan het circuit in het invasieve device kan het behandelende personeel besluiten om het device zichtbaar te maken in het MR-beeld. Dit is b.v. van belang als het device de vorm van een katheter heeft, en wel tijdens het positioneren van de katheter in het lichaam van de te behandelen patiënt. Wanneer de katheter zijn uiteindelijke positie bereikt heeft, kan door het  
15 afschakelen van de elektrische energie de katheter onzichtbaar gemaakt worden in het MRI-beeld en verstoort de katheter de uiteindelijk te maken afbeelding niet.

In het bijzonder kunnen de schakelmiddelen zijn ingericht voor het onderbreken van de toevoer van elektrische energie aan het circuit in responsie op een uitvoeringssignaal voor het uitvoeren van een MRI-opname door het MRI-toestel. De  
20 bovenbeschreven procedure kan door deze maatregelen automatisch uitgevoerd worden. Bovendien heeft deze maatregel het voordeel dat het device slechts gedurende korte tijd, n.l. tijdens het maken van de daadwerkelijke MRI-afbeelding, onzichtbaar en verder blijvend waarneembaar is.

25 De uitvinding zal worden beschreven aan de hand van de figuren, waarbij gelijke verwijzingscijfers overeenkomstige elementen aanduiden. Daarbij toont:

Figuur 1 :op schematische wijze de algemene opbouw van een bekend magnetisch resonantie toestel;

Figuur 2 : een uitvoering van het invasieve device volgens de uitvinding, met  
30 een aansluitgeleider volgens de uitvinding voor aansluiting aan een circuit in het invasieve device, voorzien van zelfinductie-elementen.



Figuur 1 toont een toestel voor afbeelding door middel van magnetische resonantie (MRI). Dit toestel bevat een eerste magneetstelsel 2 voor het voortbrengen van homogeen stationair magnetisch veld. De z-richting van het weergegeven coördinatenstelsel komt zoals gebruikelijk overeen met de richting van het stationaire magnetische veld. Het

5 MRI-toestel bevat verschillende gradiëntspoelen 3, 4 en 5 voor het voortbrengen van verdere magnetische velden met een gradiënt in de x-, de y- en de z-richting. De gradiëntspoelen 3, 4 en 5 worden gevoed door een voedingseenheid 11. Het magneetstelsel 2 omsluit een afbeeldingsvolume dat groot genoeg is om een af te beelden object, b.v. een patiënt 7, te

10 bevatten. Een RF-zendspoel 6 dient voor het voortbrengen van RF-velden; deze is via een zend- en ontvangcircuit 9 aangesloten op een RF-zender en een modulator 8. De RF-zendspoel 6 is aangebracht rond of op een deel van het lichaam van de patiënt 7 in het afbeeldingsvolume. Tevens is er voorzien in een ontvangstspoel die via

zend- en ontvangcircuit 9 is aangesloten op een signaalversterkings- en demodulatie-eenheid 10. De ontvangstspoel kan dezelfde spoel zijn als de zendspoel 6. Een stuureenheid 12

15 bestuurt de modulator 8 en de voedingseenheid 11 voor het doen voortbrengen van speciale pulssequenties die RF-pulsen en gradiëntpulsen omvatten. Na excitatie van spins door middel van RF-pulsen in het af te beelden lichaam in het afbeeldingsvolume, kan een MRI-sigitaal ontvangen worden door de ontvangstspoel 6. De van de demodulatie-eenheid 10 afkomstige informatie uit het MRI-sigitaal wordt aan een verwerkingseenheid 14 toegevoerd. De

20 verwerkingseenheid 14 verwerkt de informatie door transformatie tot een afbeelding die weergegeven kan worden op een monitor 15. Figuur 1 toont voorts een invasief device volgens de uitvinding in de vorm van een katheter 17 die ingebracht kan worden in de patiënt 7, en een katheter-besturingseenheid 16. De katheter wordt aan de hand van figuur 2 in meer detail beschreven.

25 In figuur 2 is een invasief device volgens de uitvinding in de vorm van een katheter 17 weergegeven. De katheter heeft een distaal uiteinde 18 en omvat een met het distale uiteinde 18 verbonden deviceleiding 19. In het distale uiteinde 18 is een circuit 20 aangebracht. In de uitvoering volgens figuur 2 heeft het circuit 20 de vorm van een spoeltje waardoor een laagfrequente stroom gevoerd kan worden. Er zij echter op gewezen dat circuit

30 20 een veelheid van andere vormen kan aannemen zoals een lichtbron voor verlichting bij inwendige waarneming of voor inwendige behandeling, of een sensorcircuit voor het opnemen van fysiologische grootheden.

Door de deviceleiding loopt een met het circuit 20 verbonden elektrische aansluitgeleider 21 voor transport van (DC-)voedingsenergie en/of van laagfrequente

signalen. Onder laagfrequente signalen is in dit verband te verstaan signalen met een frequentie die aanzienlijk lager is dan de frequentie van het in het MRI-toestel toegepaste RF-veld, b.v. 64 MHz. Deze lage frequentie dient zo laag te zijn dat de geleiding door aansluitgeleider 21 praktisch ongehinderd plaats vindt en dat deze lage frequentie geen  
5 hinderlijke invloed heeft op het RF-veld. Het gewenste effect van ongehinderd transport van laagfrequente signalen zonder hinderlijke invloed op het RF-veld wordt verkregen doordat de aansluitgeleider 21 bestaat uit onderling gescheiden segmenten 22-1, die elk korter zijn dan  $1/4$  van de golflengte van het genoemde RF-veld van het MRI-toestel en bij voorkeur korter dan  $1/20$  van die golflengte.

- 10 De scheiding tussen de segmenten vindt plaats door zelfinductie-elementen 74-1, 74-2, 74-i. Zelfinductie-elementen zijn zoals bekend, frequentie afhankelijke scheidingselementen die voor laagfrequente stromen een geleider vormen en voor radiofrequente wisselstroom een isolator. De gebruikte frequentie van het door de spoelen 6 opgewekte RF-veld ligt in de orde van enkele tientallen MHz en is b.v. typisch 64 MHz.
- 15 Deze frequentie komt overeen met een golflengte van ongeveer 469 cm zodat de segmenten 22-i een lengte hebben van ongeveer  $469/20=23$  cm. De genoemde segmenten zijn uitgevoerd in de vorm van twee aders die om elkaar getwist zijn, hetgeen het effect heeft dat de door deze aders vloeiende voedingsstroom een niet merkbaar magnetisch veld opwekt buiten de voedingsgeleider en dat daarin geen of een te verwaarlozen stroom door dat veld  
20 wordt geïnduceerd.

- Een zelfinductie-element 23-i is in meer detail in figuur 2 weergegeven. Deze zelfinductie-elementen 23-i zijn uitgevoerd als spoelen die gewikkeld zijn op een drager 24 die geen interactie vertoont met het RF-veld en met het homogene B-veld, zodat deze drager de genoemde velden niet kan verstoren en daardoor zelf niet wordt beïnvloed. Een geschikt  
25 materiaal voor deze spoeldrager is b.v. polycarbonaat. De beide aders 25 en 26 van de aansluitgeleider 21 zijn zodanig op de drager 24 gewonden dat de door de stroom in deze aders opgewekte magnetische velden elkaar in hoge mate compenseren, zodat geen merkbare veldopwekking door deze spoelen plaats vindt. Dit effect wordt bereikt door de beide aders vlak naast elkaar op de drager aan te brengen, zodanig dat de stromen in die beide adres  
30 tegengesteld zijn. Men spreekt in zo'n geval van bifilaire wikkeling. Een verder effect van de bifilaire wikkeling is dat door het RF-veld geen stromen in de aansluitgeleider kunnen worden opgewekt doordat voor zodanige stromen (die zich in common-mode zouden aanbieden, d.w.z. dat zulke stromen in de beide aders 25 en 26 dezelfde richting zouden hebben) de zelfinductie een hoge impedantie vertoont. Het effect van de genoemde keuze

voor de lengte van de segmenten, gescheiden door zelfinducties die voor de genoemde RF-frequentie een hoge impedantie hebben, is dat deze segmenten geen energie kunnen opnemen uit het RF-veld en bijgevolg door dat veld niet verhit kunnen worden en dat veld niet merkbaar kunnen verstoren.

- 5                   Het is gebleken dat het mogelijk is om een zelfinductie van 0.5  $\mu$ H te bereiken waarbij het zelfinductie-element een dikte heeft van 1.8 mm en een lengte van 13 mm. Daarvoor gebruikt men 66 bifilaire windingen van draad met een dikte van 0.1 mm. Een zelfinductie van deze afmetingen kan ingebracht worden in de deviceleiding van een veel gebruikte katheter die bekend staat onder de aanduiding 6 French. Bij een onderlinge afstand
- 10 van 20 cm van deze zelfinducties treedt geen verhitting van de aansluitgeleider op en geen hinderlijke interferentie met het homogene magneetveld en het RF-veld van het MRI-toestel.

## CONCLUSIES:

24. 11. 2000

(38)

1. Invasief device (17) om in te brengen in een met een MRI-toestel af te beelden object (7), voorzien van een distaal uiteinde (18) en een daarmee verbonden deviceleiding (19) en voorzien van een ter plaatse van het distale uiteinde aangebracht circuit (20) en verder voorzien van een met het circuit verbonden en door de deviceleiding verlopende

5 elektrische aansluitgeleider (21),  
daardoor gekenmerkt

dat de aansluitgeleider (21) onderling gescheiden segmenten (22-i) omvat die elk korter zijn dan een vooraf bepaalde waarde, en

10 dat de scheiding tussen de segmenten tot stand gebracht wordt door frequentie-afhankelijke scheidingselementen (23-i) die voor laagfrequente stromen een geleider vormen en voor radiofrequente wisselstroom een isolator.

2. Invasief device volgens conclusie 1 waarin de vooraf bepaalde waarde voor de lengte van de segmenten (22-i) kleiner is dan 120 cm.

15

3. Invasief device volgens conclusie 2 waarin de vooraf bepaalde waarde voor de lengte van de segmenten (22-i) kleiner is dan 24 cm.

20 4. Invasief device volgens conclusie 1, 2 of 3 waarin de scheidingselementen worden gevormd door zelfinducties welke geen ferromagnetisch materiaal bevatten.

5. Invasief device volgens conclusie 4 waarin de zelfinducties worden gevormd doordat de aan- en afvoerende ader (25,26) in de aansluitgeleider (21) tot bifilair gewikkelde spoelen zijn gewikkeld.

25

6. Invasief device volgens één der voorgaande conclusies waarin de segmenten worden gevormd door onderling getwiste aders.

7. Invasief device volgens conclusie 4 of 5 waarin de zelfinducties een waarde hebben van maximaal 1  $\mu$ H.

8. MRI-toestel ingericht voor samenwerking met het invasieve device volgens  
5 één der voorgaande conclusies,  
met het kenmerk  
dat het toestel is voorzien van een voedingseenheid (16) voor het via de  
aansluitgeleider (21) toevoeren van elektrische energie aan het circuit (20) en van  
schakelmiddelen voor het naar wens onderbreken van de toevoer van elektrische energie aan  
10 het circuit.

9. MRI-toestel volgens conclusie 8 waarin de schakelmiddelen zijn ingericht  
voor het onderbreken van de toevoer van elektrische energie aan het circuit in responsie op  
een uitvoeringssignaal voor het uitvoeren van een MRI-opname door het MRI-toestel.

24. 11. 2000

## ABSTRACT:

(38)

An invasive device 17 like a catheter is connected to a supply and control unit via an connection conductor 21 for transferring supply energy and/or low frequency signals to and from an electrical circuit 20 in the distal part 18 of the device. In use the connection conductor transverses the homogeneous magnetic field and the RF-field of the

5 MRI-apparatus, which may cause heating of the connection conductor and/or disturbance of said fields. In order to mitigate these drawbacks the connection conductor in accordance with the invention is subdivided into mutually separated segments 22-i each being much shorter (f.i.  $1/20$ ) than the wavelength of the RF-field in the apparatus, the segments being separated

10 by separation elements 23-i (self inductances) providing a high inductance for said RF-frequencies and a low inductance for relatively low frequencies.

Fig. 2

24. 11. 2000

(38)

1/2

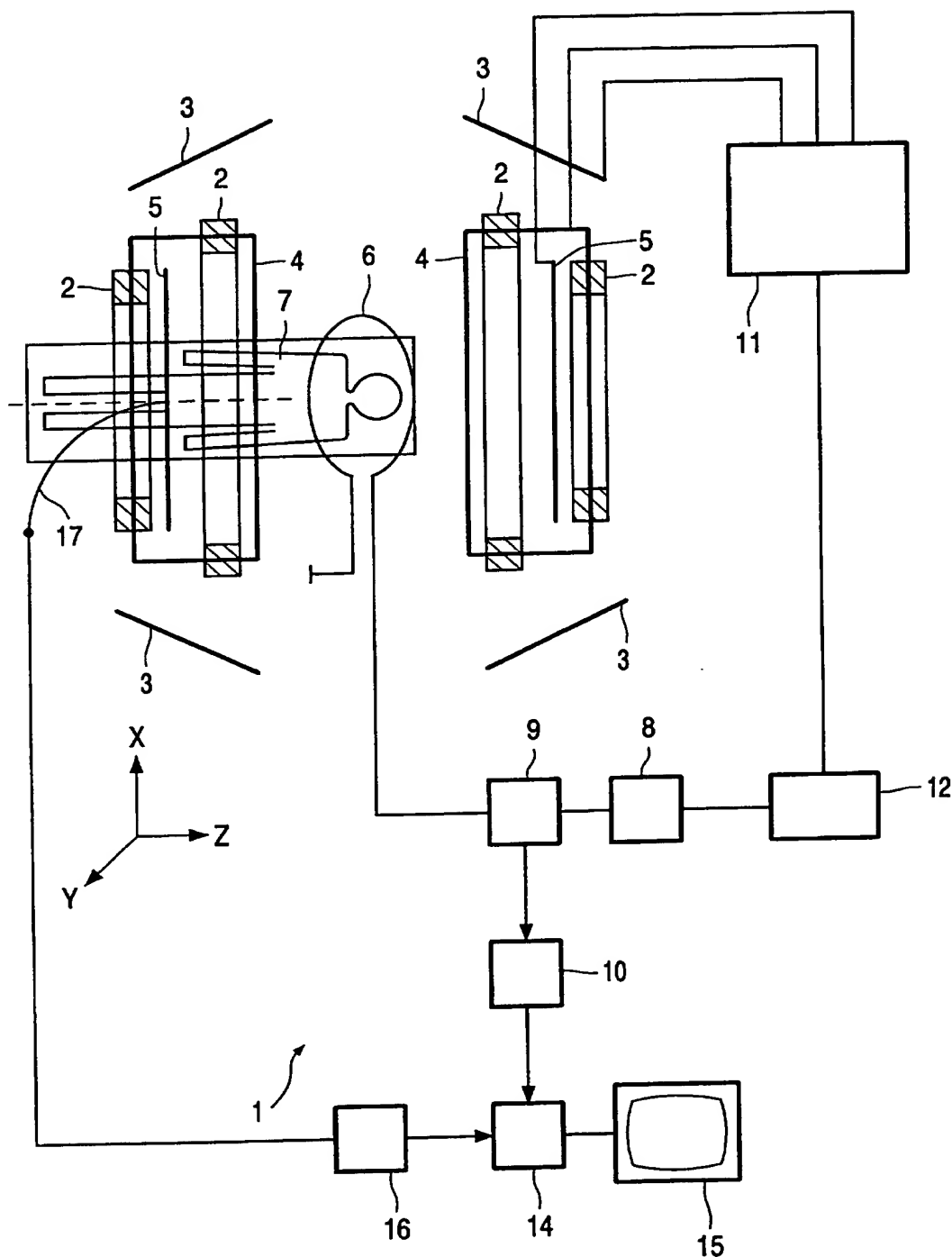


FIG. 1

2/2

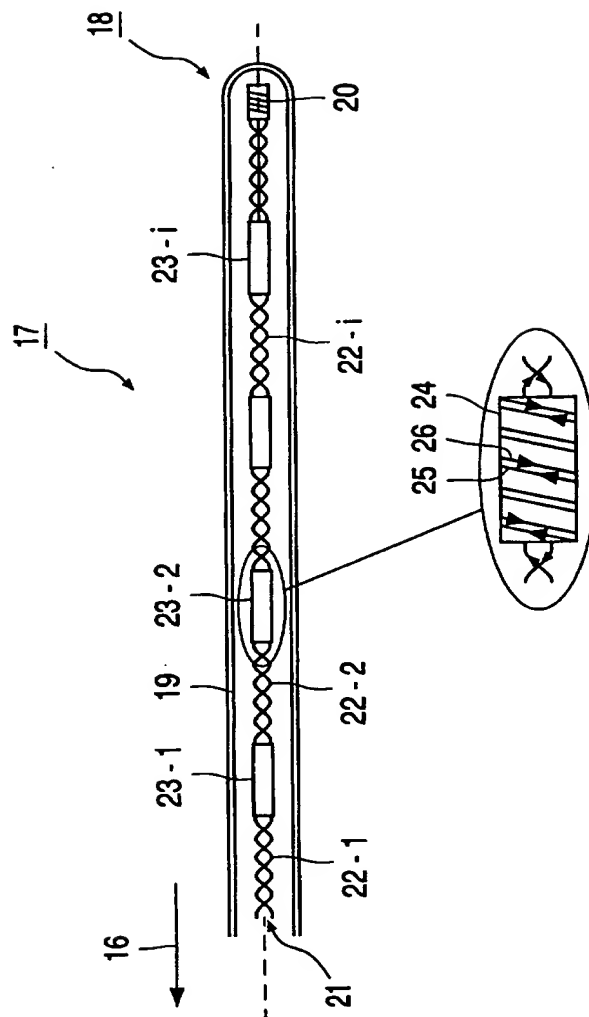


FIG. 2